

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002261059  
PUBLICATION DATE : 13-09-02

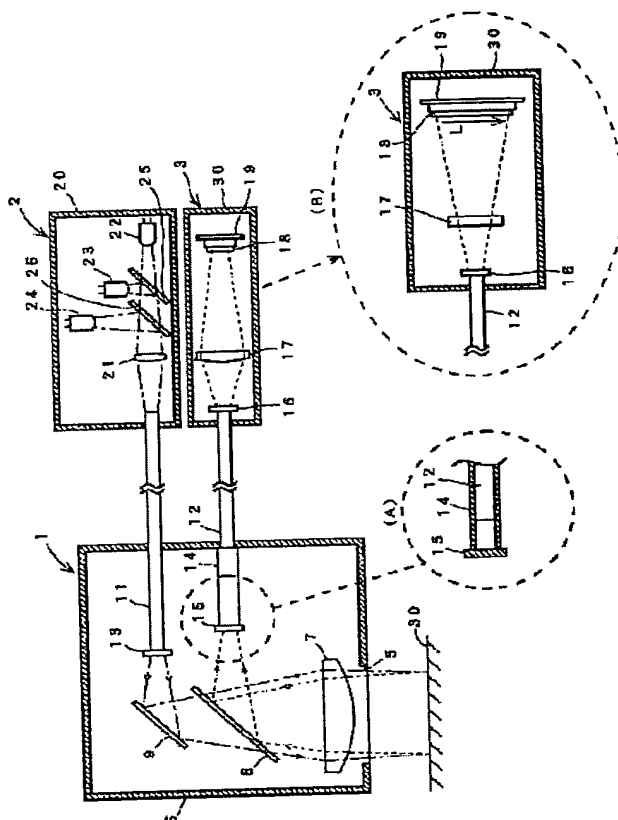
APPLICATION DATE : 01-03-01  
APPLICATION NUMBER : 2001056312

APPLICANT : OMRON CORP;

INVENTOR : TAKIMASA HIROAKI;

INT.CL. : H01L 21/304 B24B 37/04 B24B 49/04  
B24B 49/12 G01B 11/30

TITLE : GRINDING STATE DETECTOR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To precisely detect the state of grinding in a grinding process.

SOLUTION: A sensor head 1 is connected to a light projection part 2 and a light receiving part 3 respectively through optical fibers 11 and 12 to fetch reflected light from a wafer while irradiating the surface 30 of the wafer ground presently with light. A diffusion plate 15 is arranged at the entrance of a light receiving fiber 12 and the reflected light from the wafer is unfocused by this plate 15 and reaches the part 3 through the fiber 12. A spectroscopic filter 18 the light transmissivity of which is varied along a lengthwise direction L and a line CCD 19 for splitting the light transmitting this filter 18 into prescribed wavelength units to receive them are arranged at the part 3. Within a controller, the spectroscopic waveform of the reflected light generated by the CCD 19 is compared with criterion data, thereby discriminating the propriety of the advancing state of grinding and a time for finishing grinding.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-261059

(P2002-261059A)

(43)公開日 平成14年9月13日(2002.9.13)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号  
 H 0 1 L 21/304 6 2 2  
 B 2 4 B 37/04  
 49/04  
 49/12  
 G 0 1 B 11/30 1 0 1

F I テーグ・ト\* (参考)  
 H 0 1 L 21/304 6 2 2 S 2 F 0 6 5  
 B 2 4 B 37/04 K 3 C 0 3 4  
 49/04 Z 3 C 0 5 8  
 49/12  
 G 0 1 B 11/30 1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-56312(P2001-56312)

(22)出願日 平成13年3月1日(2001.3.1)

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町

801番地

(72)発明者 宇野 徹也

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町

801番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 滝政 宏章

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町

801番地 オムロン株式会社内

(74)代理人 100078916

弁理士 鈴木 由充

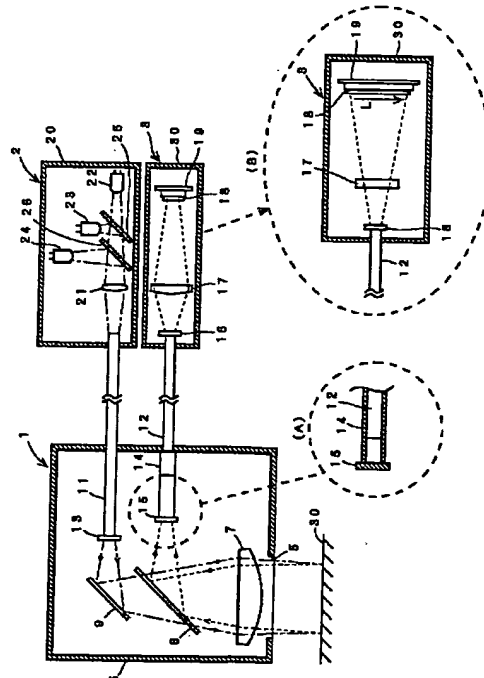
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 研磨状態検出装置

(57)【要約】

【課題】 研磨工程下において研磨状態を精度良く検出する。

【解決手段】 センサヘッド1は、投光部2および受光部3とそれぞれ光ファイバ11、12を介して連結され、研磨中のウエハの表面30に光を照射しつつ、ウエハからの反射光を取り込む。受光用ファイバ12の入口には、金属管14を介して拡散板15が配備されており、ウエハからの反射光は、この拡散板15により均一化されてから受光用ファイバ12を通過し、受光部3に到達する。受光部3には、長さ方向Lに沿って光の透過率変動する分光フィルタ18と、この分光フィルタ18を透過した光を所定波長単位毎に切り分けて受光するためのラインCCD19とが配備されており、コントローラ内において、ラインCCD19により生成された反射光の分光波形を規準のデータと比較することにより、研磨の進行状態の適否や研磨を終了する時刻が判別される。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウエハ上の膜を研磨する工程下において研磨状態を検出するための装置であって、研磨中のウエハの表面に光を照射する投光手段と、前記ウエハからの反射光または透過光を複数の波長成分に分光して抽出する受光手段と、前記受光手段により抽出された分光波形を用いて前記ウエハの研磨状態を判別する判別手段とを具備し、前記受光手段の前方には、前記ウエハからの光を拡散させて受光手段に導くための拡散手段が配備されて成る研磨状態検出装置。

【請求項2】 前記拡散手段は、透光性を具備する拡散板であり、前記受光手段に非接触に配備されて成る請求項1に記載された研磨状態検出装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載された研磨状態検出装置であって、前記拡散手段と受光手段との間に光ファイバを介在させて成る研磨状態検出装置。

【請求項4】 請求項1または2に記載された研磨状態検出装置であって、前記拡散手段と受光手段との間に光ファイバを介在させるとともに、前記光ファイバの出口側に第2の拡散手段が配備されて成る研磨状態検出装置。

【請求項5】 前記拡散手段の前方には、ウエハからの光を集光させるための集光手段が配備されて成る請求項1～4のいずれかに記載された研磨状態検出装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、各種配線パターンが積層された半導体ウエハの表面を平坦化する技術に関するもので、特に化学的かつ機械的な手法によってウエハの表面を平坦化する工程（Chemical Mechanical Polishing；以下「CMP」と略す。）において、研磨の進行状態をモニタリングしたり、研磨終点を検出するための技術に関連する。

##### 【0002】

【従来の技術】半導体ウエハ上の階層構造は、各種半導体デバイスの高性能化に伴って、年々微細化かつ多層化する傾向にある。CMPは、ウエハ上に配線を形成した際に表面に生じる凹凸を平坦化するためのもので、ウエハ上に多数の複雑な配線パターンを積層する上で不可欠の工程である。

【0003】典型的なCMP装置は、研磨パッドが装着された定盤、ウエハを支持しながら回転および加圧を行うための加圧ヘッド、ならびにこれら定盤や加圧ヘッドを回転させるための駆動機構などを具備しており、定盤上に研磨剤（スラリー）を供給しながら、定盤および加圧ヘッドを個別に回転させることにより、ウエハ表面に摩擦力と加圧力とを作用させて研磨を行うようにしている。

【0004】上記CMP装置による研磨の終点位置を検

出するために、従来では、あらかじめ決められた研磨時間だけ研磨を行った後、特定の位置に光を照射してウエハからの反射光の干渉状態を標準のパターンと比較することにより、適切な位置まで研磨されたか否かを判別するオフライン計測方法が採用されている。また研磨中に研磨終点を検出する方法として、加圧パッドや定盤の回転軸のトルクの変化を検出する方法や、研磨中のウエハに光を照射して反射光の干渉状態をチェックする方法も提案されている。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】この種の研磨では、決められた研磨時間だけ研磨を行っても必ずしも適正な状態で研磨が完了するというものではない。特に配線パターンが微細になると、研磨時間を細かい単位で管理しても、研磨が不足するケースや、研磨が過剰となるケースが多々発生する虞がある。

【0006】一定時間の研磨を行った後に計測を行う第1の方法の場合、計測により研磨不足と判別された場合、ウエハをもう一度CMP装置に取り付けて再研磨を行い、さらに再度の計測を行う必要があるが、研磨や計測を繰り返すと時間的なロスが多くなる。また研磨が過剰となった場合、そのウエハは不良品として破棄しなければならないから、ウエハ製造工程の歩留まりが悪化する、という問題が生じる。さらに研磨パッドは消耗品であるので、使用が進むにつれて研磨の状態が変動し、再研磨を行わなければならないケースが増大する、という問題もある。

【0007】トルクにより研磨終点を検出する第2の方法においても、現行では、膜厚の微少な変化に対応するトルクの変化まで検出するだけの精度を確保できていないため、微細な配線パターンに対応するだけの終点検知制御を行うのは、実質的に不可能である。

【0008】さらに第3の方法においては、研磨中のウエハは加圧パッドとともに回転しているので、計測の都度、光照射位置が変化することになるが、その光照射位置における配線パターンによって反射光の干渉状態が変動するため、計測精度が低下するという問題がある。また仮にウエハの中心位置など、特定の場所に光が照射されるように調整したとしても、ウエハの回転によって配線パターンの向きが変わると、同様に反射光の干渉状態が変化するため、計測精度を向上させるのは事実上困難である。

【0009】また研磨パッドは柔らかい材質で構成されているので、研磨の途中でウエハが傾く場合があるが、このウエハの傾きによって受光素子に対する反射光の入射位置や受光量に変化が生じ、計測結果にも影響が及ぶ場合がある。また研磨パッドは定期的にドレッシングされるため、パッドの厚みはしだいに薄くなるが、この厚みの変化によってウエハからセンサまでの距離が変化するため、受光素子に対する反射光の入射位置や受光量に

変化が生じ、計測結果にも誤差が生じてしまう。

【0010】この発明は、上記の各問題点に着目してなされたもので、微細な配線パターンが形成されたウエハに対して、研磨工程下において研磨状態を精度良く検出することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる研磨状態検出装置は、研磨中のウエハが適正に研磨されているか否かをチェックしたり、研磨終点を検出する用途に用いられるもので、研磨中のウエハの表面に光を照射する投光手段と、前記ウエハからの反射光または透過光を複数の波長成分に分光して抽出する受光手段と、前記受光手段により抽出された分光波形を用いて前記ウエハの研磨状態を判別する判別手段とを具備する。

【0012】前記投光手段は、所定の波長域に分布する光を形成するもので、LED、ランプなどの光源を—または複数個組み合わせる構成される。特に、受光手段がウエハからの透過光を受光する場合、投光手段には、赤外線を発する光源が用いられる。受光手段は、前記投光手段の波長域に対応する光を複数の波長成分に切り分けて取り出すためのもので、たとえば、透過させる光の波長が位置によって変化する分光フィルタと、この分光フィルタを透過した光を複数の波長成分に切り分けて受光するための受光素子群とによって構成される。

【0013】前記受光手段によって抽出される分光波形とは、波長成分毎の受光量の強度分布（すなわち各受光素子からの受光出力の分布）であり、理論上は、ウエハ上の各層における光の干渉状態によって異なる波形となる。前記判別手段は、たとえばプロセッサにより構成され、前記受光手段により得た分光波形を基準の波形と比較するなどして、研磨の進行状態の適否や研磨工程を終了するタイミングを判別する。なお規準の波形は、たとえば、処理対象のウエハと同材質のモデルを所定の膜厚にまで研磨し、そのときの分光波形を計測して得ることができる。なお、規準の波形は1つに限らず、異なる膜厚毎の複数の波形を規準波形として設定することができる。この場合の判別手段は、たとえば定盤が1回転する毎の分光波形を各規準波形と比較して、研磨状態の進行度合いを判別し、研磨を終了する時刻を予測するように設定することができる。

【0014】この発明では、ウエハ上の計測対象位置、ウエハの傾き、ウエハから受光手段までの距離などが変動しても、受光手段により生成される分光波形にその変動による影響が及ばないように、受光手段の前方に、ウエハからの反射光または透過光を拡散させて受光手段に導くための拡散手段を配備している。たとえば、前記受光手段が分光フィルタと受光素子群とにより構成される場合、分光フィルタの受光面における光の強度分布が変化すると、この変化は、各受光素子に入射する光の強さにまで影響を及ぼす。したがって、計測対象のウエハに

おいて、前記規準の波形を得たときとは異なる位置が計測されると、仮に計測対象のウエハがモデルと同様の状態に研磨されていても、その分光波形が規準の波形と異なる形状になる可能性が高くなり、研磨の終了時刻を正しく判別するのが困難となる。

【0015】前記拡散手段によれば、強度分布にばらつきのあるウエハからの光を均一化してから受光手段に導くことができるので、計測対象のウエハとモデルとの間の光の強度分布の差異によるノイズが解消され、研磨の終了時刻を精度良く判別することが可能となる。

【0016】なお、前記受光手段がウエハからの反射光を受光する場合は、上記構成の装置に、投光手段からの光をウエハに導きつつ、ウエハからの反射光を取り込むためのセンサヘッドを導入することができる。この場合、前記投光手段および受光手段を、このセンサヘッド内に組み込むこともできるが、センサヘッドから離れた位置に配置して、光ファイバなどにより光を伝送するように構成することもできる。さらにこのセンサヘッドには、投受光用のレンズやハーフミラーなどを組み込むのが望ましい。

【0017】このようなセンサヘッドを導入する場合、たとえばCMP装置の定盤の一部に挿通孔を形成し、この挿通孔内にセンサヘッドを配置して、ウエハを支持する加圧ヘッドが挿通孔に対向する都度、計測を行うように設定することができる。またはセンサヘッドを定盤に近接させて配置し、ウエハの一部がセンサヘッドに対応するように加圧ヘッドを移動させて計測を行うように設定してもよい。なお、いずれの場合も、ウエハ表面に接近した位置で計測を行うのが望ましいが、これに限らず、ウエハから離れた位置で計測を行うことも可能である。

【0018】さらに上記構成のセンサヘッドでは、ウエハに対して計測に十分な大きさの径を持つ光を照射できるように、投受光用レンズと投光手段との関係を調整するのが望ましい。またウエハに均一な光を照射できるように、投光経路の適所に受光手段側と同様の拡散手段を配備するのが望ましい。またウエハが傾いた場合に、ウエハからの反射光または透過光を十分に取り込むことができるように、前記投受光用レンズからウエハ表面にやや集束する光を照射するのが望ましい。

【0019】好ましい態様によれば、前記拡散手段として、透光性を具備する拡散板を採用し、この拡散板を前記受光手段に非接触に配備する。この構成によれば、拡散板により十分に拡散させた光を受光手段に導くことができるから、判別精度をより一層向上することができる。

【0020】また前記拡散板と受光手段の間には、光ファイバを介在させることができる。さらにこの光ファイバの出口に第2の拡散板を配備して、2つの拡散板を介した光を受光手段に導くようにすれば、ファイバが曲

がって光に減衰が生じて、出口側で再度光を均一化することができ、判別精度を維持することができる。なお、このように拡散板と受光手段との間に光ファイバを介在させる場合、拡散板と光ファイバとを、内側が鏡面加工された金属筒のような正反射率の高い部材で連結すれば、拡散後の光を受光手段まで効率良く伝達することができる。

【0021】さらにこの発明では、ウエハ表面から離れた位置で計測を行う場合の態様として、前記拡散手段の前方に、ウエハからの光を集光させるための集光手段を配備することができる。この集光手段は、たとえばレンズと、所定大きさの開口部が形成された板状体とによって構成されるもので、この場合、レンズにより集光させた光が板状体の開口部を介して拡散手段に導かれるようになる。また板状体に代えて、単芯の光ファイバ（1本のファイバのみで構成されたもの）を用いて光を絞り込むことも可能である。計測地点からウエハ表面までの距離が長くなると、ウエハ表面の計測すべき領域の外側にまで照射光が広がり、この周辺領域からの光まで受光手段に入射して判別精度を落とす虞がある。上記構成によれば、ウエハからの光の中から計測すべき領域の大きさに対応する光を絞り込み、さらに集光させた光を拡散手段によって均一化するので、判別処理に適した条件を維持することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】図1は、この発明の一実施例にかかる研磨状態検出装置の構成を示す。この研磨状態検出装置は、CMP装置により研磨中のウエハの研磨進行状態の適否をチェックしたり、研磨終点を検出するためのもので、センサヘッド1、投光部2、受光部3、および後記するコントローラ4により構成される。なお、投光部2および受光部3は、コントローラ4の本体部内に組み込まれる。

【0023】前記センサヘッド1は、投受光用の窓部5が開設されたケース体6内に、投受光用レンズ7、ハーフミラー8、ミラー9などが組み込まれた構成のもので、投光部2、受光部3に対し、それぞれ光ファイバ11、12を介して連結される。（以下、各光ファイバを、「投光用ファイバ11」「受光用ファイバ12」という。）

【0024】このセンサヘッド1において、投光用ファイバ11の出口側の開放端面には、透光性を具備する拡散板13を当接させている。この拡散板13を介して均一化された光は、ミラー9、ハーフミラー8、投受光用レンズ7を順に介して窓部5より出射される。なお、窓部5には、図示しない透明の窓板が配備される。

【0025】一方、センサヘッド1内の受光用ファイバ12の入口側には、図中、(A)の断面図に示すように、内面が鏡面加工された金属筒14が、先端を突出させた状態で嵌め込まれる。さらにこの金属筒14の開放

端面には、前記投光用ファイバ11の先端部と同様に、透光性を具備する拡散板15を当接させている。

【0026】なお、この実施例のセンサヘッド1では、ウエハ表面（図中、30で示す。なお、ここでいう「ウエハ表面30」とは、複数層の配線パターンが積まれたウエハの最上層の表面をいう。）にある程度の大きさの計測領域を確保するために、投受光用レンズ7のレンズ径とほぼ同じ大きさのビーム径の光が照射されるように、前記投光用ファイバ11の出口側先端部の位置を調整している。ただしウエハが研磨中に傾いた場合にも、反射光がもれなくセンサヘッド1に帰るように、やや集束する光が照射されるのが望ましい。

【0027】前記投光部2は、ケース体20内に、赤色発光用、白色発光用、青色発光用のLED22、23、24（以下、「赤色LED22」、「白色LED23」、「青色LED24」という。）を1つずつ組み込むとともに、2個のダイクロイックミラー25、26、集光用のレンズ21などを同じケース体20内に収容して構成される。なお、各LED22、23、24の発光動作および出力パワーは、それぞれ個別の駆動回路27、28、29（図2に示す。）により制御される。

【0028】前記3個のLED22、23、24は、レンズ21に対し、青、白、赤の順に遠くなるように配備される。このうち赤色LED22は、光軸をレンズの面中心に向けた状態で設置され、白、青の各LED23、24は、それぞれ光軸を赤色LED22の光軸に直交させた状態で設置される。この実施例の赤色LED22は680nm付近でピークとなる光を、青色LED24は470nm付近でピークとなる光を、それぞれ出力する。また白色LED23は、420～700nmの波長域に分布する光を出力する。

【0029】前記第1のダイクロイックミラー25は、約700nmより後の波長域の光をほぼすべて透過させる特性を具備するもので、赤色LED22と白色LED23との光軸が交わる位置に、これらLED22、23の光軸に鏡面を45度傾けた状態で配備される。一方、第2のダイクロイックミラー26は、約520nmより後の波長域の光をほぼすべて透過させる特性を具備するもので、赤色LED22と青色LED24との光軸が交わる位置に、鏡面を各LED22、24の光軸に45度傾けた状態で配備される。

【0030】これらダイクロイックミラー25、26の働きにより、赤色LED22からの600nm以降の波長域の光と、白色LED23からの520～600nmの波長域の光と、青色LED24からの520nmより前の波長域の光とがそれぞれ取り出されてレンズ21により集光され、測定用の光として出射される。なお、ケース体20の内面には、ダイクロイックミラー25、26を透過または反射してレンズ以外の方向に導かれた光を吸収するための光吸収体（図示せず。）が配備される。

【0031】前記受光部3は、ケース体30内に、シリンドリカルレンズ17、分光フィルタ18、ならびにラインCCD19（複数のCCDを一次元配列したもの）などを組み込んだ構成をとる。（図1中の（B）は、この受光部3の上方から見た内部構成を示す。）分光フィルタ18は、光学多層膜によるフィルタであって、長さ方向（図1（B）の矢印Lの方向）に沿って膜厚を一定の方向に変化させることにより、フィルタを透過する光の波長域が徐々に変化するように構成されている。ラインCCD19は、この分光フィルタ18の長さ方向Lに沿って配列されており、分光フィルタ18を透過した光は、ラインCCD19の各素子により複数の波長成分に切り分けられて抽出されることになる。

【0032】図2は、前記コントローラ4の構成を示す。このコントローラ4は、パーソナルコンピュータに研磨状態検出用のソフトウェアを組み込んで構成されるもので、CPUを主体とする制御部31に、メモリ32、投光制御部33、A/D変換回路34、通信用インターフェース35などが接続された構成をとる。

【0033】投光制御部33は、前記投光部2の各LED22、23、24の駆動回路27、28、29に発光パルスの出力を指示するためのもの、A/D変換回路34は、前記受光部3のラインCCD19からの受光出力をデジタル変換して、各波長単位毎の光の強度スペクトルを示す分光波形データを生成するためのものである。メモリ32には、あらかじめ所定膜厚まで研磨した状態のモデルのウエハにより得られた標準の分光波形データ（以下、単に「標準データ」という。）が登録されている。

【0034】前記通信用インターフェース35は、CMP装置側のコントローラと信号のやりとりを行うためのものである。制御部31は、この通信用インターフェース35を介してCMP装置の定盤や加圧ヘッドの回転状態を判別しつつ、前記投光制御部33や各駆動回路27、28、29を介して各LED22、23、24を発光させる。さらに制御部31は、A/D変換回路34より前記発光動作に対応して生成される分光波形データを取り込んで、これをメモリ32内の標準データと照合するなどして、研磨の進行状態や研磨の終了時刻を判別する。そして研磨の終了時刻になると、CMP装置のコントローラに停止指令を出力して、研磨工程を終了させる。

【0035】図3は、CMP装置に対する前記センサヘッド1の設置例を示す。図中、36は、CMP装置の定盤であり、37は研磨パッドを、38は加圧ヘッドを、それぞれ示す。加圧ヘッド38は、ウエハ30Aをその表面を下向きにした状態で吸着支持しつつ、定盤36とともに回転し、またエヤーの供給を受けるなどしてウエハ30Aを加圧する。ウエハ30Aは、研磨パッド37上に供給されるスラリーと、研磨パッド37と加圧ヘッ

ド38との間に生じる摩擦力、および加圧ヘッド38からの加圧力の作用を受けて、徐々に研磨される。

【0036】図3（1）の例は、前記センサヘッド1を定盤36内に組み込んで計測を行うようにしたものである。この実施例では、定盤36側の所定位置にセンサヘッド設置用の挿通孔39が形成されるとともに、研磨パッド37にも前記挿通孔39に応じた大きさの開口部40が設けられる。センサヘッド1は、前記窓部5を研磨パッド37の高さ位置に合わせた状態で挿通孔39内に上向きに配備され、定盤36とともに回転する。前記研磨状態検出装置のコントローラ4は、加圧ヘッド38と定盤36の挿通孔39とが対向する都度、前記投光部2を作動させるとともに、受光部3からの受光出力を取り込んで前記分光波形データを生成し、前記した判別処理を行う。

【0037】図3（2）の例は、前記センサヘッド1を定盤36の近傍位置に配備して計測を行うようにしたものである。この場合は、定盤36を加工する必要はなく、センサヘッド1は、前記窓部5を定盤36の高さ位置に合わせて上向きに配備される。また加圧ヘッド38は、ウエハ30Aの一部が定盤36から突出するように位置決めされており、ウエハ30Aはその設定位置で研磨されながら前記突出部分に対する計測を受けることになる。

【0038】図1に戻って、前記投光部2からの光がウエハ表面30に照射されると、この光は、ウエハ表面30およびウエハの各層の境界面で反射するので、センサヘッド1側の投受光用レンズ7には各層からの光の干渉による影響を受けた反射光が返される。この反射光は、ハーフミラー8を介して前記拡散板15に導かれた後、拡散板15を通過する際に拡散し、さらに金属管14および受光用ファイバ12を介して受光部3側に到達する。さらにこの反射光は、受光用ファイバ12の出口側に設けられた第2の拡散板16により再度拡散した後、シリンドリカルレンズ17を通過して分光フィルタ18に到達する。この分光フィルタ18では、入射位置によって異なる波長の光が透過してラインCCD19に導かれるので、最終的にラインCCD19の各素子の出力により、前記ウエハにおける光の干渉状態を示す分光波形データが生成されることになる。

【0039】ここで前記受光用ファイバ12の入り口側、出口側に配備された2枚の拡散板15、16の持つ役割について説明する。図4は、ウエハ側での反射率の変動が前記分光波形に与える影響を示す。図4において、矢印Aで示すグラフ（以下、「グラフA」という。）は、ウエハの光照射領域における反射率（ここでは照射光の光量に対する干渉光の割合をいう。）を一方向に沿って抽出した結果を模式的に示す。他方、矢印Bで示すグラフ（以下、「グラフB」という。）は、前記グラフAに示す各位置からの光を前記投受光用レンズ7

により集光させた場合の光の強度を、各光が向かう角度方向毎に示したものである。さらに矢印Cで示すグラフ(以下、「グラフC」という。)は、これら集光させた光が受光用ファイバ12を介して分光フィルタ18に導かれた場合に、前記長さ方向Lに沿う入射光の強度分布を示す。

【0040】図4の(1)(2)のグラフAに示すように、ウエハの任意の位置に光を照射すると、その光が照射された位置での配線パターンの種類や向きなどに応じた光の干渉が生じるので、ウエハからの反射光の強度分布は、光の照射位置によって変動する。この反射光の強度分布の差異は、グラフBに示すように、そのままセンサヘッド1内での光の集光状態に反映される。さらにセンサヘッド1で集められた光は、受光用ファイバ12内を巡回しながら進むので、分光フィルタ18には、グラフCに示すように中央を境に概ね相似する波形の光が入射するが、このグラフCの分布形状も、元のウエハにおける反射光の強度分布が異なると、その影響によって異なる波形となる。

【0041】よって、分光フィルタ18の各位置における光の透過量は、計測位置によって変動するので、仮に同じ膜厚まで研磨されたウエハであっても、計測位置が異なると、異なる形状の分光波形データが得られることになる。またウエハの中心位置が計測されるようにセンサヘッド1を位置決めしても、反射光の光強度分布は、配線パターンの向きの変化によって変動するので、ウエハの向きの変化には対応できない。しかもウエハを支持する加圧ヘッド38の回転は定盤36の回転に同期していないため、計測時のウエハの向きを常に一定にすることは、事実上不可能である。

【0042】さらに研磨中のウエハが研磨パッド37にめり込んで傾いたり、センサヘッド1が加圧の影響を受けて上下動するなどして、ウエハ表面からセンサヘッド1までの距離が変動した場合にも、上記と同様の問題が発生する。図5は、前記図1の構成において、反射光を受光用ファイバ12のみで受けた場合に、ウエハの傾きが受光用ファイバ12への反射光の入射状態に与える影響を示す。図5(1)は、ウエハ表面30が傾いていないときの状態であって、投受光用レンズ7を介した反射光は、受光用ファイバ12の径全体に入射するように設定されている。これに対し、ウエハ表面30が傾くと、反射光の指向性が変化するため、図5(2)に示すように、受光用ファイバ12に対する光の入射範囲がファイバ径の一部に偏ってしまう。この光の偏りにより、前記分光フィルタ18における入射光の強度分布が変動し、分光波形データを安定して取得できない状態になる。

【0043】またセンサヘッド1からウエハまでの距離が変動すると、図6(1)(2)に示すように、反射光の幅に変化が生じるため、同様に、分光フィルタ18における入射光の強度分布に影響が生じ、安定した形状の

分光波形データを得るのが困難となる。

【0044】このように研磨中のウエハについては、照射位置やウエハの向きを特定するのが困難である上に、ウエハの傾きや距離の変動によっても反射光の分布状態が変化するので、研磨工程下においてセンサヘッド1に一定の条件で反射光を取り込むのは、事実上不可能である。前記したように、研磨終点の判別は、計測対象のウエハにより得られた分光波形データをあらかじめモデルのウエハにより得られた規準データと照合することにより行われるが、上記の理由から規準データを得たときと同じ条件で反射光を取り込むのは困難であり、研磨終点を正しく判別できない、という問題が生じる。

【0045】この実施例では、前記受光用ファイバ12の出入口にそれぞれ拡散板15、16を設けることにより、反射光を均一化した上で分光フィルタ18に導くので、計測位置の違いに関わらず、規準データを得たときと同様の条件で分光波形データを生成することができ、研磨の終了時刻を精度良く検出することが可能となる。なお、受光用ファイバ12は、拡散処理後の光の均一状態を保持できるように、単芯のファイバ(単一の光ファイバによるもの)とするのが望ましい。この構成によれば、センサヘッド1に集光した後の反射光は、拡散板15を通過した後、金属管14内で反射を繰り返しながら進み、単芯の受光用ファイバ12に入射するので、反射光をその強度や均一状態を維持しつつ受光部3側に導くことができる。

【0046】また拡散板は必ずしも2枚設けることはなく、最低限、光を集光させる側の拡散板15を配備すれば良い。ただし、光ファイバが曲がると、ファイバ内を直進する光が減衰して出口側の光が不均一になるので、計測時に受光用ファイバ12が曲がる可能性が高い場合は、入口、出口の両方の拡散板15、16を配備するのが望ましい。同様の理由で、投光用ファイバ11側の拡散板も、入口側より出口側に配備するのが望ましい。

(または、受光用ファイバ12と同様に、入口、出口の両方に配備するとよい。)

【0047】図7は、前記センサヘッド1の第3の設置例を示す。この実施例の定盤36は、前記図3(1)と同様の構成であるが、センサヘッド1は挿通孔39の下方に固定配備される。また定盤36の挿通孔39の上端面には、透明の保護板41が配備される。研磨状態検出装置のコントローラ4は、前記図3(1)の実施例と同様に、加圧ヘッド38と定盤36の挿通孔39とが対向する毎に計測を行い、研磨状態を判別する。

【0048】図8は、上記図7の設置例に適用されるセンサヘッド1の構成を示す。この実施例のセンサヘッド1は、ケース体6内に投光部2および受光部3を組み込んで一体化したもので、投受光用レンズ7、ハーフミラー8、ミラー9については、図1の実施例と同様に配置される。また投光部2の構成も、図1と同様であり、照

射光を均一化するための拡散板13が、レンズ21の前方に配備されている。

【0049】受光部3も、図1の実施例と同様に、シリンジカルレンズ17、分光フィルタ18、ラインCCD19などにより構成される。さらにこの受光部3への光の経路には、集光レンズ42、光通過板43、拡散板15Aが、順に配備される。なお、ここでは図示していないが、投光部2は拡散板13とともに、受光部3は、前記集光レンズ42、光通過板43、拡散板15Aとともに、それぞれケース体6内に遮光された状態で配備される。

【0050】図7、8のように、センサヘッド1からウエハ表面30までの距離が長くなる場合、投光部2からある程度の大きさを持つ光を照射すると、ウエハ表面30の本来計測すべき領域（図8中、Rで示す。）の周辺領域rにも弱い光が照射されてしまう。この周辺領域rからの反射光がセンサヘッド1に入射すると、一定大きさの計測領域Rに均一な照明光をあてたときの反射光を計測するという計測条件を満たすことができなくなり、分光フィルタ18への入射光の分布状態にノイズが入る。

【0051】前記集光レンズ42および光通過板43は、上記の問題を解決するためのものである。図中の(A)は、光通過板43より後の構成を、光軸に沿う線で切断して上方から見た状態の断面図により示す。この(A)に示すように、光通過板43は、板状体の中央部に円形の開口部44を形成した構成のもので、集光レンズ42により結像した光は円形開口部44を通過して拡散板15Aに導かれる。一方、投受光用レンズ7と集光レンズ42とは、計測領域Rの像が光通過板43の円形開口部44に結像されるように設定されている。拡散板15Aでは、前記集光レンズ42および光通過板43により所定角度範囲に限定された光を拡散して受光部3に導くので、分光フィルタ18の各位置に均一な光を入射させることができる。よって周辺領域rからのノイズの影響を取り除くとともに、前記第1の実施例と同様に、光照射位置やウエハの回転角度、傾きなどの影響を除外して、研磨の終了時間を精度良く判別することができる。

【0052】図9は、ウエハ表面30から離れた位置で計測を行う場合の他の構成例を示す。この実施例の投光部2、受光部3は、前記図1の実施例と同様のケース体20、30にそれぞれ収容された状態で、コントローラ4内に組み込まれており、それぞれ投光用ファイバ11、受光用ファイバ12を介してセンサヘッド1に連結される。

【0053】この実施例では、受光用ファイバ12の入口の前方に、図8の実施例と同様の集光レンズ42を配備している。受光用ファイバ12は、単芯のファイバであり、前記図8の光通過板43と同様に、集光レンズ4

2により限定された反射光を通過させる役割を果たす。また集光後の反射光を拡散させるための拡散板15Aは、受光部3側の受光用ファイバ12の出口に配備される。この拡散板15Aにより、受光用ファイバ12を通過した光が拡散されて、分光フィルタ18上に均一な分布状態の光が入射するので、図8の実施例と同様に、分光波形データを安定させることができ、研磨の終了時刻を精度良く判別することが可能となる。

【0054】ところで、ウエハの研磨工程では、研磨パッド37上にスラリーが供給されるため、前記図3

(1)(2)のように研磨中のウエハに接近した位置で計測を行うと、投受光窓5の窓板にスラリーが付着して照射光や反射光の透過が妨げられ、計測の精度がしだいに低下するという問題が生じる。このため計測の途中で、適宜、窓板に付着したスラリーを除去する必要がある。

【0055】図10は、前記図1の実施例のセンサヘッド1について、実用レベルの構成を示す。このセンサヘッド1は、前記投受光用レンズ7、ハーフミラー8、ミラー9、拡散板15などが組み込まれた前記ケース体6の上方に導水路50を組み付けた構成をとる。この導水路50は、前記ケース体6の窓部5の上方に相当する位置に開口部52が形成されるとともに、側方に水の取入口53が形成され、さらに内部には、取入口53と開口部52とを連通させるように導水路54が形成される。なお、図中の5Aは、前記窓部5に嵌め込まれた窓板である。

【0056】前記導水路54は、中間位置の内壁の上部に、流水の方向を変化させるための当たり板55が一体形成され、さらに前記窓部5と開口部52との間では微小間隙51として形成される。さらに前記取入口53には図示しないホースに連結するための継ぎ手56が取り付けられる。

【0057】上記構成によれば、取入口53から水を取り込むと、この水は、導水路54を流れて開口部52から流出する。この間に、前記当たり板55と微小間隙51により流水の勢いが強められて、投受光窓5の窓板5Aの表面が効果的に洗浄されるので、スラリーをほとんど除去することができる。このようにスラリーを除去するための機構をセンサヘッド1に一体化することにより、計測途中でセンサヘッド1を取り外してスラリーを除く必要がなくなり、効率が良く、かつ精度の高い計測を行うことができる。

【0058】

【発明の効果】この発明では、上記したように、ウエハからの反射光または透過光を受光するための受光手段の前方に拡散手段を配備し、この拡散手段により均一化された光光を複数の波長成分に分光して、研磨工程の終了時刻を判別するための分光波形を得るようにしたから、計測位置の変動やウエハの向き、傾き、ウエハ表面まで



の距離の変動などによりウエハからの光の分布状態が変動しても、その影響を受けずに、安定した計測を行うことができる。よって研磨工程下において研磨状態を精度よく検出することができ、精度が高く、かつ効率の良い研磨作業を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の研磨状態検出装置の光学系の構成例を示す図である。

【図2】 研磨状態検出装置のコントローラの構成を示すブロック図である。

【図3】 センサヘッドの設置例を示す図である。

【図4】 計測位置の変化が計測に及ぼす影響を説明する図である。

【図5】 ウエハの傾きが計測に及ぼす影響を説明する図である。

【図6】 ウエハ表面までの距離の変動が計測に及ぼす影響を説明する図である。

【図7】 センサヘッドの他の設置例を示す図である。

【図8】 図7に対応する光学系の構成を示す図である。

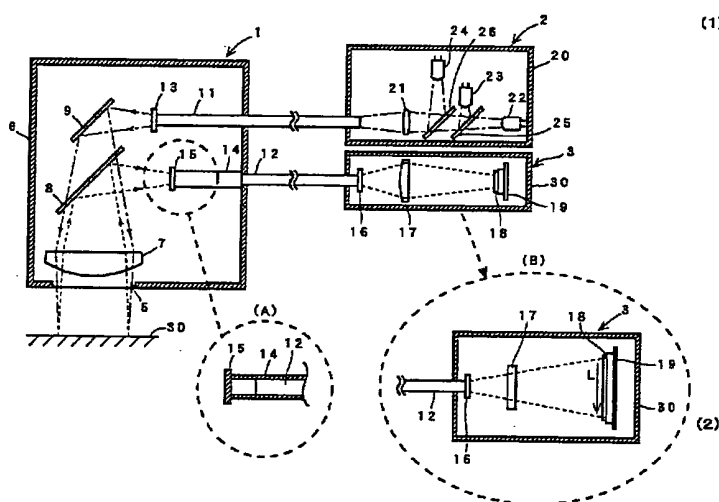
【図9】 図7に対応する光学系の他の構成を示す図である。

【図10】 導水部を一体化したセンサヘッドの構成を示す上面図および断面図である。

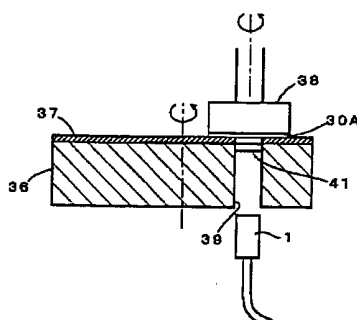
【符号の説明】

- 1 センサヘッド
- 2 投光部
- 3 受光部
- 4 コントローラ
- 12 受光用ファイバ
- 15、16 拡散板
- 18 分光フィルタ
- 19 ラインCCD
- 30 ウエハ表面
- 31 制御部
- 42 集光レンズ
- 43 光通過板

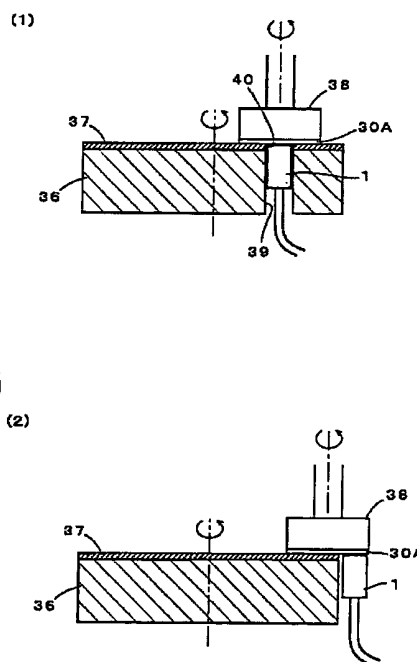
【図1】



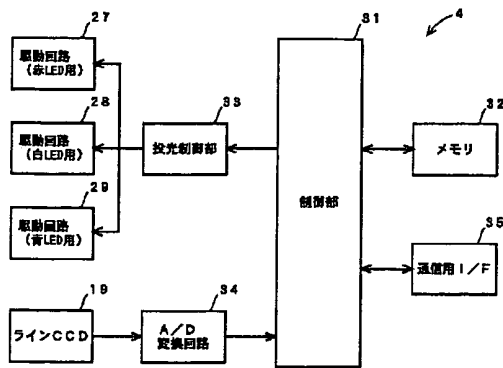
【図7】



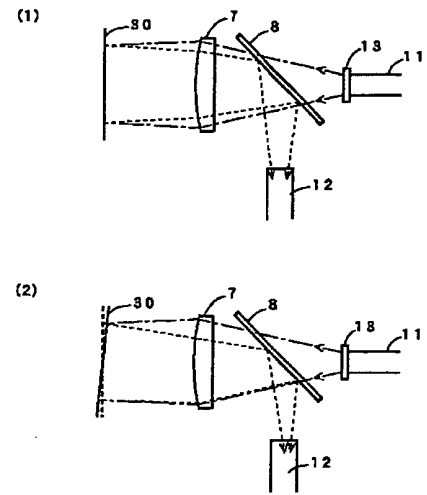
【図3】



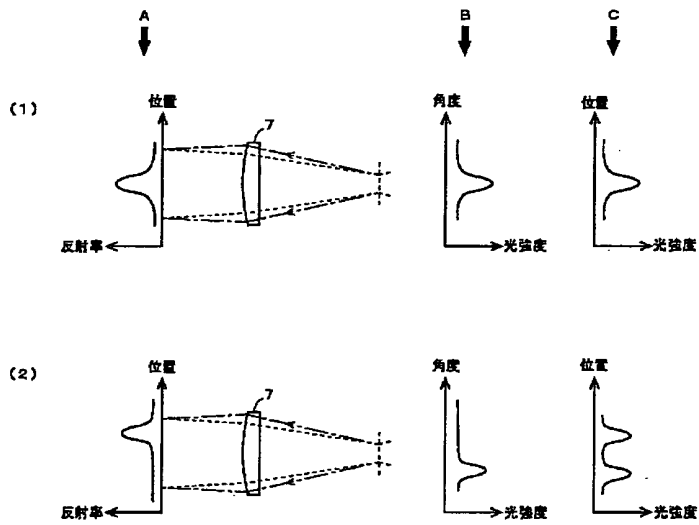
【図2】



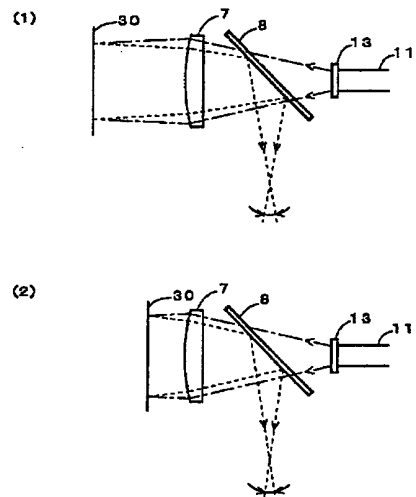
【図5】



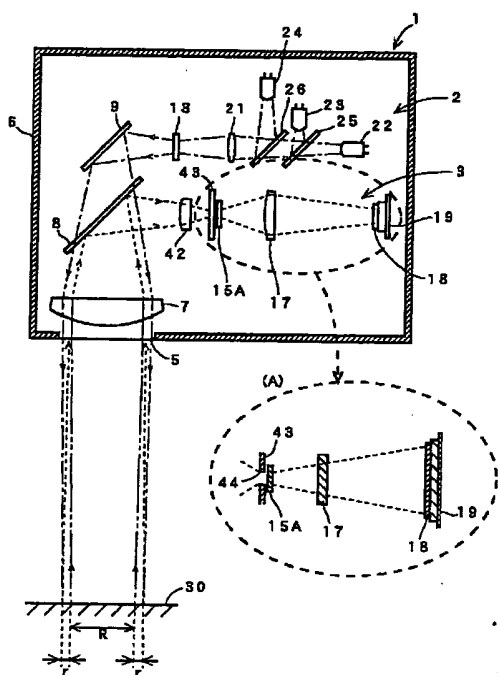
【図4】



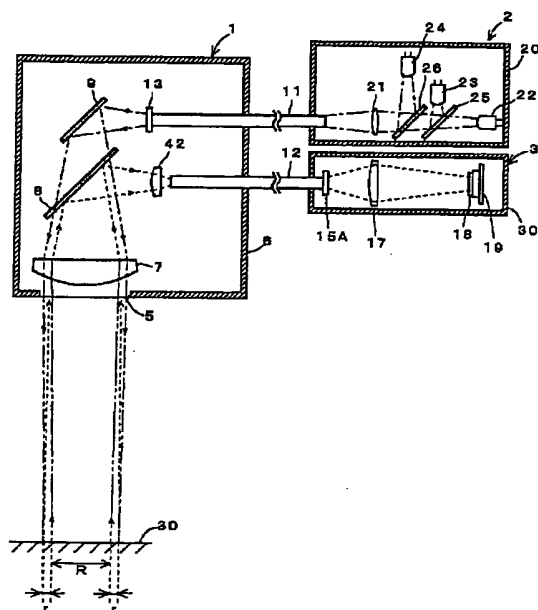
【図6】



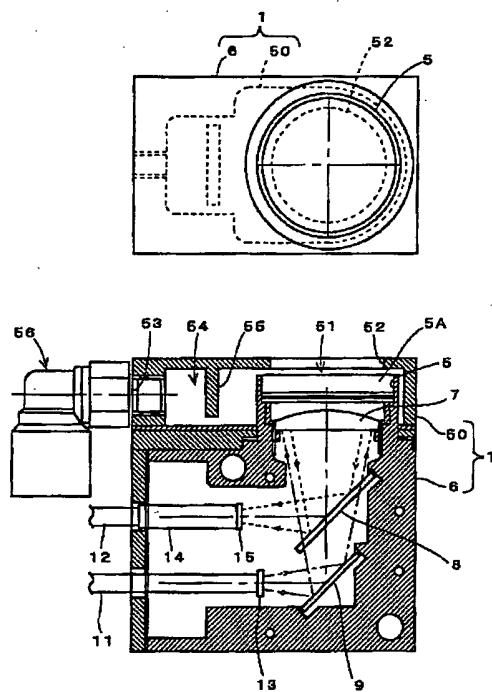
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA47 CC19 DD03 FF42 GG07  
GG23 HH03 HH13 JJ09 JJ25  
LL02 LL08 LL20 LL22 LL49  
NN01 QQ03 QQ24 UU01 UU02  
UU07  
3C034 AA13 BB93 CA05 DD10 DD20  
3C058 AA07 BA01 BA07 CA01 DA12